

© ojan – stock.adobe.com (KI-generiert) + © Arif Biswas – stock.adobe.com

Diagnostik: Vom Biofilm zur Prognose

Was benötigen wir in der klinischen Praxis?

Die Klassifikation der parodontalen Erkrankungen von 2018[1,2] ist spätestens seit Aufnahme in die Behandlungsrichtlinien des BEMA auch in Deutschland zum alltäglichen Werkzeug geworden, um den Schweregrad einer Parodontalerkrankung zu beschreiben (Staging), Aussagen über die Progression der Erkrankung zu treffen (Grading) und somit eine präzise Diagnose zu formulieren. In der Klassifikation werden eine Reihe diagnostischer Parameter genutzt, um zwischen den möglichen Diagnosen von klinischer parodontaler Gesundheit bis zu komplexen, fortgeschrittenen Formen differenzieren zu können.

Ein Beitrag von Prof. Dr. Peter Hahner

Mit dem Fortschreiten des Wissens zur Ätiologie und Pathogenese der unterschiedlichen Erkrankungsformen und der Weiterentwicklung der therapeutischen Möglichkeiten ergibt sich die Frage, ob die schon lange genutzten diagnostischen Tools noch geeignet sind, die Krankheitscharakteristika treffsicher abzubilden, oder durch neue Verfahren ergänzt oder sogar abgelöst werden sollten.

Grundsätzliches zur Diagnostik

Im vergangenen Jahr hat die European Federation of Periodontology (EFP) einen Konsensusreport veröffentlicht, in dem die aktuell zur Verfügung stehenden diagnostischen Möglichkeiten beschrieben und bewertet werden.[3] Vor der Besprechung der einzelnen Methoden sollen die grundlegenden Entscheidungskriterien für den Einsatz eines diagnostischen Verfahrens im klinischen Alltag diskutiert werden.

Die erste Frage lautet: Gibt es für das diagnostische Verfahren eine valide wissenschaftliche Grundlage? Zur Beantwortung dieser Frage wird in sog. „Diagnostic Accuracy Studies" überprüft, ob mit dem zu untersuchenden Verfahren die Erkrankung sicher identifiziert werden kann. Die Ergebnisse können in Kontingenztafeln dargestellt werden (Abb. 1). Mit Sensitivität wird der Anteil der tatsächlich Erkrankten an der Gesamtzahl der Personen mit positivem Testergebnis bezeichnet. Spezifität ist bei einer medizinischen Diagnose der Anteil an Gesunden, bei denen auch ein negatives Testergebnis vorliegt. Werden für einen diagnostischen Parameter Grenzwerte zur Unterscheidung zwischen „gesund" und „erkrankt" definiert, wird sich bei Verschiebung des Grenzwertes auch Sensitivität und Spezifität des Verfahrens verändern.

Die Werte können grafisch in einer Grenzwertoptimierungskurve (Receiver Operating Characteristic [ROC]) dargestellt werden (Abb. 2). Je größer die Fläche unter der Kurve (Area Under the Curve [AUC]) ist, desto höher ist die Trennschärfe des Verfahrens. Eine Diagonale von unten links nach oben rechts entspräche der Vorhersagekraft eines Münzwurfes![4]

Für die klinische Anwendung ist wichtig, ob die Aussagen des diagnostischen Tests sicher genug sind, um eine eventuelle invasive Therapie(-Ergänzung) zu begründen oder auch auf therapeutische Maßnahmen zu verzichten.

	PERSON IST ERKRANKT	PERSON IST GESUND
Test positiv	richtig positiv (rp)	falsch positiv (fp)
Test negativ	falsch negativ (fn)	richtig negativ (rn)

1 *Sensitivität = $r_p : (r_p + f_n)$ – Spezifität = $r_n : (f_p + r_n)$*

Abb. 1: *Kontingenztafel – Berechnung der Sensitivität und Spezifität eines diagnostischen Tests.*

In der klinischen Praxis stellen sich weitere Fragen:

- Werden durch ein zusätzliches diagnostisches Verfahren, beispielsweise die Ergänzung der klinischen parodontologischen Diagnostik durch Labortests, relevante zusätzliche Informationen bereitgestellt? Leistet das ergänzende Verfahren einen sinnvollen Beitrag zur klinischen Entscheidungsfindung? Kann die Antwort zu einer Modifikation des therapeutischen Vorgehens führen oder steht die Therapie ohnehin fest und wird nicht verändert, weil es vielleicht gar keine valide Alternative gibt?
- Welcher Aufwand entsteht bei Einbeziehung weiterer Diagnostik (finanziell, zeitlich)? Beinhaltet die Diagnostik Risiken oder sogar unerwünschte Begleiteffekte (z. B. Strahlenbelastung bei Röntgendiagnostik?)

An dieser Stelle könnte man noch differenzieren, ob diagnostische Parameter primär für die klinische Entscheidungsfindung benötigt oder für eine besonders detaillierte Dokumentation, z. B. im Rahmen einer klinischen Studie, genutzt werden.

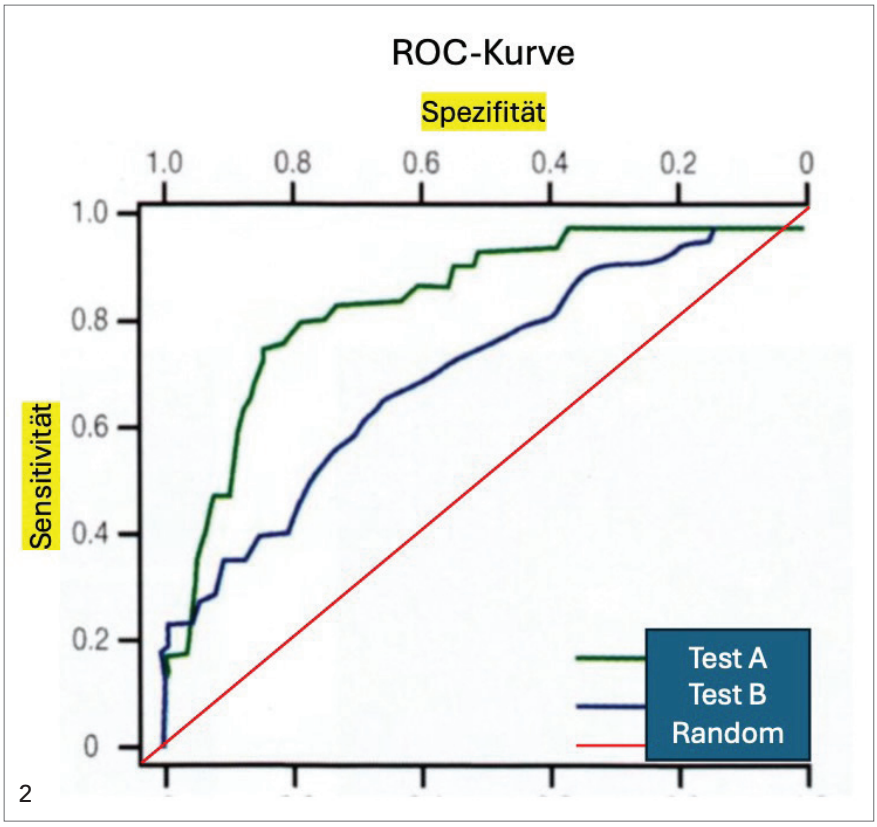


Abb. 2: *Grenzwertoptimierungskurve (Receiver Operating Characteristic – ROC) für zwei Tests.*

Als Grundlage für die Betrachtung des aktuellen wissenschaftlichen Hintergrundes dienen im Wesentlichen die Texte des Konsensusreportes der EFP.[3] Zur Vorbereitung wurde mittels mehrerer systematischer Reviews die derzeitige Evidenz erfasst und diese in drei Arbeitsgruppen aufbereitet.

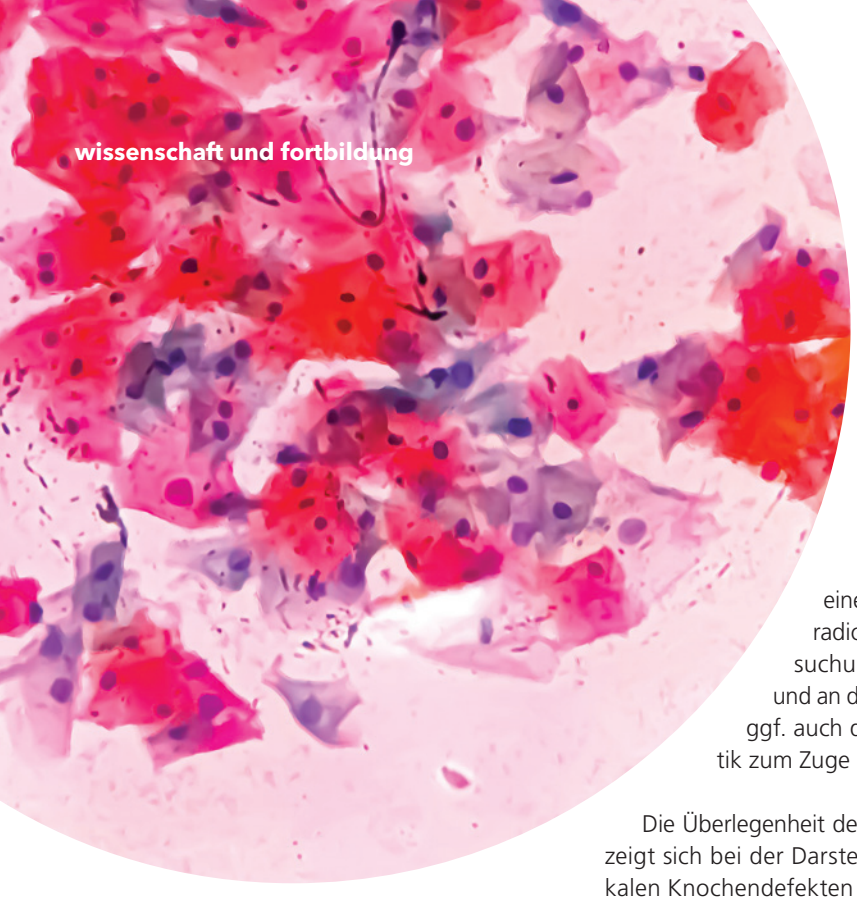
Arbeitsgruppe 1:
Traditionelle Methoden

Hier wurde die klassische manuelle Sondierung zur Bestimmung der Parameter Sondierungstiefe (ST), klinisches Attachmentlevel (CAL) und Sondierungsblutung (BOP – „Bleeding on Probing") als Referenz bestätigt. Mit diesen Daten, ergänzt durch röntgenologische Befunde, ist nach wie vor eine sichere Einordnung eines parodontalen Krankheitsfalles in die Systematik der Klassifikation von 2018 gewährleistet.

Die klinisch ermittelten Werte für ST und CAL können von den histologischen Dimensionen um ±0,5 mm abweichen, je nach Entzündungsstatus wird die Sondierung koronal des Saumepithelansatzes enden (bei gesundem, straffem Gewebe) oder sogar das Saumepithel penetrieren (bei akuter Entzündung).[5] Bei klinischen Messungen der ST ist von einer Standardabweichung der Einzelmessung von etwa ±0,5 mm auszugehen.[6] Die Reproduzierbarkeit der Einzelmessung liegt beim Vergleich wiederholter Messungen eines Untersuchers bei einem Korrelationskoeffizienten von 0,759–0,863, bei Vergleichen zwischen unterschiedlichen Untersuchern mit 0,197–0,791 in einem deutlich größeren Bereich.[7] Die Messergebnisse werden durch den Durchmesser (Empfehlung: 0,5 mm) und die Art der Skalierung der Parodontalsonde, den Entzündungsgrad des Gewebes, durch Positionierung und Angulation der Sonde und den Sondierungsdruck beeinflusst. Letztere Einflussfaktoren erklären die Beobachtung aus der klinischen Lehre, dass die ST erheblich mit der Erfahrung des Untersuchers korrelieren.

Ergänzend zu den Informationen aus dem klinischen Parodontalstatus wird routinemäßig die Diagnostik mittels 2D-Bildgebungsverfahren wie periapikalen Einzelaufnahmen und Panoramaaufnahmen empfohlen, um die Anforderungen der Klassifikation von 2018 zu erfüllen. Betrachtet man das Zielkriterium „horizontaler oder vertikaler parodontaler Knochenverlust", wird mit beiden Aufnahmetechniken eine hohe Übereinstimmung mit den klinischen Daten gefunden, die aus mehreren Studien gepoolte Sensitivität und Spezifität beträgt 0,77 bzw. 0,76.[8] Die Korrelation zwischen klinischen und radiologischen Befunden bei Furkationsdefekten ist geringer und nimmt erst mit dem Ausmaß des Defektes zu. Es besteht die Gefahr, den Knochenverlust bei Furkationsdefekten anhand zweidimensionaler radiologischer Darstellungen zu unterschätzen.[8]

Eine erheblich größere Übereinstimmung zwischen dem radiologischen und klinischen Befund ergibt sich bei 3D-Darstellungen (DVT). Hierfür wird eine intraoperative Messung als Goldstandard für die klinische Referenz herangezogen. Dann



eine weitergehende radiologische Untersuchung empfohlen, und an dieser Stelle sollte ggf. auch die 3D-Diagnostik zum Zuge kommen.[3]

liegt die Sensitivität und Spezifität für die korrekte Detektion von Furkationsdefekten bei 0,98. Trotzdem wird die 3D-Bildgebung nach Abwägen von Nutzen und Risiken wegen der erheblich höheren Strahlenbelastung nicht als Routinediagnostik empfohlen, sondern soll speziellen Diagnosen vorbehalten sein. So wird beispielsweise bei Nichterreichen der Behandlungsziele nach Abschluss der Behandlungsphasen 1 und 2

Die Überlegenheit der 3D-Diagnostik zeigt sich bei der Darstellung von vertikalen Knochendefekten an vestibulären und häufiger oralen Zahnflächen und besonders im Bereich der Furkationen. Auch die Diagnose kombinierter Paro-Endo-Läsionen wird erleichtert (Abb. 3). Diese zusätzlichen Informationen verbessern die Vorhersage der Erfolgsaussichten für einen häufig aufwendigen chirurgischen Eingriff und geben Hinweise auf einen optimalen operativen Zugang (z. B. Planung der Schnittführung), speziell bei oberen Molaren.

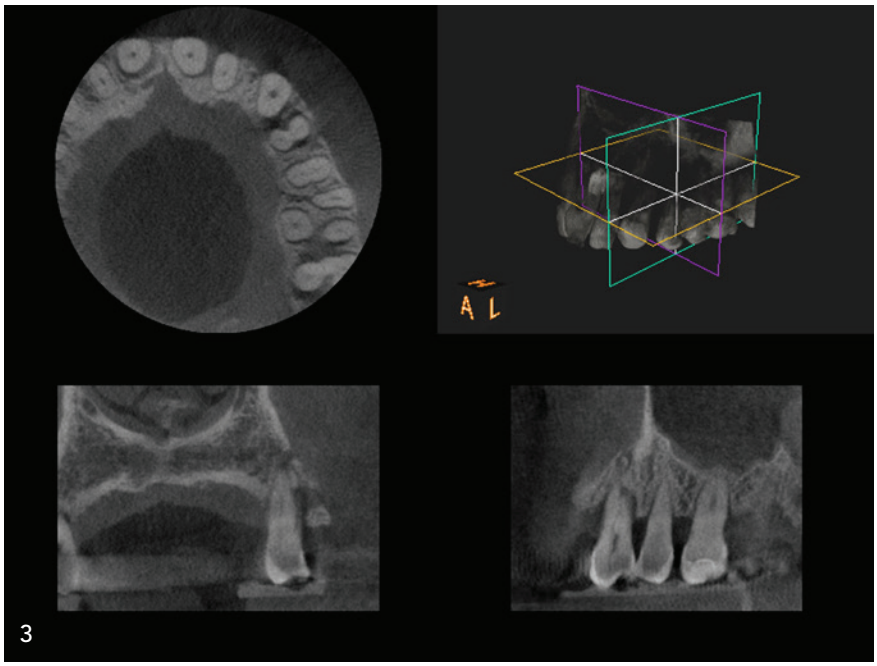


Abb. 3: *In der 3D-Darstellung lassen sich die Knochendefekte palatinal an den Zähnen 11 und 21, vestibulär an 24 (mit Verdacht auf eine kombiniert parodontale und endodontische Pathologie) und im Bereich der Furkationen an 26 und 27 beurteilen.*

In diesem konkreten Beispiel wäre eines der anfangs genannten Kriterien für ein ergänzendes diagnostisches Verfahren erfüllt: Die zusätzliche Information der dreidimensionalen Bildgebung kann zu einer Modifikation der Behandlungsplanung führen, ggf. auch zum Verzicht auf einen regenerativen oder zahnerhaltenden Eingriff wegen eingeschränkter Heilungschancen.

Arbeitsgruppe 2:
Diagnostische Tests zu mikrobiellen und Wirts-Biomarkern und genetischen Markern

In einer zweiten Arbeitsgruppe wurden unterschiedliche diagnostische Tests behandelt. Da mit klinischen und radiologischen Parametern nur bereits eingetretene Gewebsverluste quantifiziert und daraus evtl. Prognosen über zukünftige Krankheitsverläufe abgeleitet werden können, besteht schon seit Langem der Wunsch, mithilfe von Labortests zu einer prädiktiven Diagnostik gelangen zu können.

Unterschiedliche mikrobielle Tests werden verwendet, um die spezifische Keimflora bei einzelnen Patienten zu analysieren – in der Erwartung, daraus Rückschlüsse auf Erfolg versprechende therapeutische Ansätze ziehen zu können. Dabei wird der subgingival entnommene Biofilm auf das Vorhandensein einer je nach Test unterschiedlichen Anzahl einzelner Bakterienspezies hin untersucht, sog. Markerkeime, die im besonderen Maß für die Pathogenese der Parodontitis relevant sein sollen. Nach dem heutigen Erkenntnisstand sind diese Annahmen nicht mehr zutreffend, sodass die Bestimmung einzelner Spezies nicht die Anforderungen an einen diagnostischen Test für Parodontitis erfüllt.[9]

Unter den Biomarkern zur Einschätzung von immunologischen Wirtsreaktionen wird am häufigsten die Konzentration der Matrix-Metalloproteinase-8 im Speichel oder in der Sulkusflüssigkeit gemessen. Zur Bestimmung des Enzyms in Mundspülungen liegt ein kommerziell verfügbarer Test vor. Nach einer aktuellen Metaanalyse liegt die Sensitivität bei 0,49–0,84 und die Spezifität bei 0,62–0,79.[10] Aufgrund der niedrigen Sensitivität wird der

Einsatz zur Diagnose der Parodontitis als zu unsicher angesehen. Es ist schon länger bekannt, dass die Vorhersagegenauigkeit durch Kombination mehrerer Biomarker gesteigert wird,[11] womit aber der Aufwand für die klinische Routine in der Regel zu groß sein wird. Nach dem Review von Rakic et al. (2025)[10] wird trotzdem keine signifikante Verbesserung der Diskrimination zwischen Gingivitis und Parodontitis erreicht.

Als dritte Kategorie von Biomarkern werden auch schon seit vielen Jahren genetische Tests diskutiert. Durch die immer mehr gesicherte Beobachtung, dass bei der Pathogenese der Parodontitis von einer ganzen Reihe von Risikogenen auszugehen ist, die auch individuell unterschiedlich exprimiert werden, wird der Einsatz von Gentests in der klinischen Praxis als verzichtbar angesehen.[12]

Im Konsensusreport der EFP werden daher folgende Stellungnahmen formuliert:
Auf der Grundlage von mikrobiellen, Wirt-basierten oder genetischen Biomarkern kann derzeit …

- nicht zuverlässig zwischen Gingivitis und Parodontitis unterschieden werden,
- nicht zwischen unterschiedlichen Stadien oder Graden der Parodontitis unterschieden werden,
- keine verlässliche Aussage zur Krankheitsprogression oder zum Behandlungserfolg nach Therapie gegeben werden.[3]

Arbeitsgruppe 3:
Neue Technologien – Auswirkungen von fragebogenbasierten Bewertungen und auf künstlicher Intelligenz basierten Systemen

In dieser Arbeitsgruppe wurde eine Reihe von neuen Ansätzen zum Screening auf der Basis von Fragebögen, Biomarker-Analysen aus Blut- und Speichelproben und der KI-gestützten Auswertung von radiologischen Befunden diskutiert. Bisher können auf diesem Weg hauptsächlich schwere Erkrankungsformen (Stadium III und IV) detektiert werden, wohingegen die Diagnose von Gingivitis und beginnender Parodontitis noch unsicher ist. Zur Unterstützung im klinischen Alltag zeigt künstliche Intelligenz schon bei der Interpretation von radiologischen Befunden gute Ergebnisse, sodass in Zukunft mit einem verstärkten Einsatz auch in der Praxis gerechnet werden kann.

Fazit

Für den klinischen Alltag bleiben die klassischen Methoden der klinischen und röntgenologischen Diagnostik weiterhin ausschlaggebend. Es gibt Anhaltspunkte, dass mit den in den Arbeitsgruppen 2 und 3 untersuchten Methoden vielleicht in Zukunft der Schritt in Richtung einer mehr prädiktiv ausgerichteten Diagnostik erfolgen kann.

Die Verfasser des Textes pflegen keinerlei wirtschaftliche oder persönliche Verbindung zu den genannten Unternehmen.

© Abbildungen:
Prof. Dr. Peter Hahner, M.Sc.

Prof. Dr. Peter Hahner, M.Sc.

Literatur



PROF. DR. PETER HAHNER, M.SC.
CBS University of Applied Sciences
Bahnstraße 6–8
50996 Köln
p.hahner@cbs.de

ANZEIGE

dentalautoren.de

Dentale
Schreib-
talente
gesucht!



Sie können schreiben?
Kontaktieren Sie uns.

OEMUS MEDIA AG
Holbeinstraße 29
04229 Leipzig
Tel.: +49 341 48474-0
info@oemus-media.de